

BEST AVAILABLE COPY PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-287085

(43)Date of publication of application : 03.10.2002

(51)Int.Cl.

G02B 27/18

G03B 21/00

G03B 21/14

H04N 9/31

(21)Application number : 2001-381791

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 08.09.1999

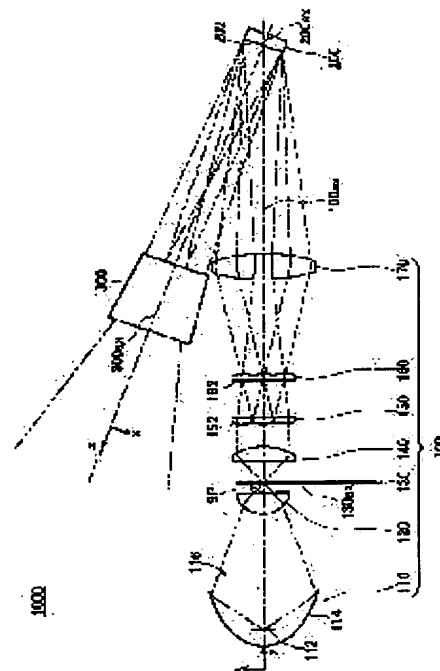
(72)Inventor : NISHIDA KAZUHIRO
USHIYAMA TOMIYOSHI

(30)Priority

Priority number : 11007393 Priority date : 14.01.1999 Priority country : JP

(54) LIGHTING OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the lighting efficiency of a lighting optical system.**SOLUTION:** The lighting optical system is equipped with a light source part, a 1st lens array of 1st small lenses whose contour shape is a quadrangle having 1st and 2nd different-length diagonals, and a 2nd lens array of 2nd small lenses corresponding to the 1st small lenses. Further, the system is equipped with a 1st condenser lens, a color wheel having a plurality of color filters formed rotatably, and a 2nd condenser lens in order between the light source part and 1st lens array. The center axis of the illumination light emitted by the lighting optical system to irradiate an optical modulating device is set at a specific angle to the optical modulating device. The quadrangle is so set that the ratio of the lengths of the two diagonals of a quadrangular lighted area lighted with the illumination light made incident on the light irradiated surface from the 1st lens array is closer to 1 rather than the ratio of the 1st and 2nd diagonals.**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

21.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

11-21-64 (10/10)

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-287085
(P2002-287085A)

(43)公開日 平成14年10月3日(2002.10.3)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 2 B 27/18		G 0 2 B 27/18	Z 5 C 0 6 0
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	F
	21/14	21/14	A
H 0 4 N 9/31		H 0 4 N 9/31	C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2001-381791(P2001-381791)
(62)分割の表示 特願2000-173397(P2000-173397)の
分割
(22)出願日 平成11年9月8日(1999.9.8)
(31)優先権主張番号 特願平11-7393
(32)優先日 平成11年1月14日(1999.1.14)
(33)優先権主張国 日本(J P)

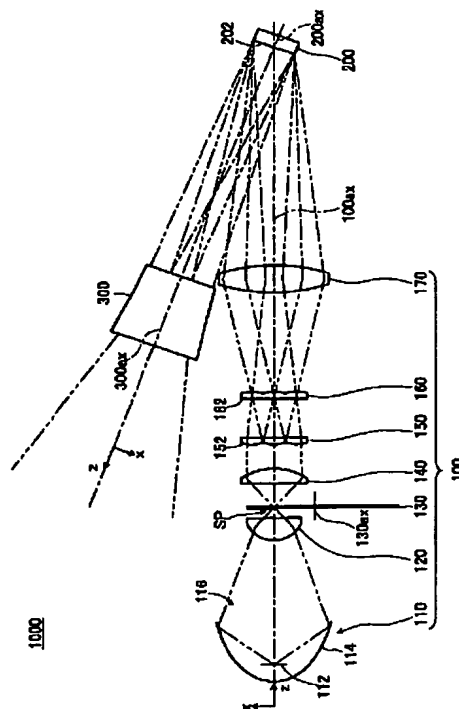
(71)出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(72)発明者 西田 和弘
長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内
(72)発明者 牛山 富芳
長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内
(74)代理人 110000028
特許業務法人 明成国際特許事務所
Fターム(参考) 5C060 EA01 GA01 HC01 HC17 HD01
JA19

(54)【発明の名称】 照明光学系および投写型表示装置

(57)【要約】

【課題】 照明光学系の照明効率の向上を図る。

【解決手段】 照明光学系は、光源部と、輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイとを備える。光源部と第1のレンズアレイとの間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備える。照明光学系によって光変調装置に照射された照明光の中心軸が、光変調装置に所定の角度で斜めに入射するように設定される。四辺形は、第1のレンズアレイから光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明光を射出する照明光学系と、前記照明光学系から射出された照明光を変調する光変調装置と、前記光変調装置から射出された光を投写する投写光学系と、を備えた投写型表示装置であって、前記光変調装置は、与えられた画像信号に応じて前記光変調装置の光照射面に照射された照明光の射出方向を制御して前記照明光を変調することにより、画像を表す画像光を射出する射出方向制御型光変調装置であり、前記照明光学系は、光源部と、輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、かつ、前記光源部と前記第1のレンズアレイとの間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、前記照明光学系によって前記光変調装置に照射された照明光の中心軸が、前記光変調装置に所定の角度で斜めに入射するように設定されており、前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されている、投写型表示装置。

【請求項2】 照明光を射出する照明光学系と、前記照明光学系から射出された照明光を変調する光変調装置と、前記光変調装置から射出された光を投写する投写光学系と、を備えた投写型表示装置であって、前記光変調装置は、与えられた画像信号に応じて前記光変調装置の光照射面に照射された照明光の射出方向を制御して前記照明光を変調することにより、画像を表す画像光を射出する射出方向制御型光変調装置であり、前記照明光学系は、光源部と輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、かつ、前記第2のレンズアレイと前記光変調装置との間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、前記照明光学系によって前記光変調装置に照射された照明光の中心軸が、前記光変調装置に所定の角度で斜めに

入射するように設定されており、

前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されている、投写型表示装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の投写型表示装置であって、

前記第1のレンズアレイの複数の第1の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズである、投写型表示装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の投写型表示装置であって、

前記第2のレンズアレイの複数の第2の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズである、投写型表示装置。

【請求項5】 略矩形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置に対して、前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で斜めに入射するように、前記照明光を射出する照明光学系であって、

光源部と、

輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、

前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、

かつ、前記光源部と前記第1のレンズアレイとの間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、

前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されている、照明光学系。

【請求項6】 略矩形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置に対して、前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で斜めに入射するように、前記照明光を射出する照明光学系であって、

光源部と、

輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、

前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、

かつ、前記第2のレンズアレイと所定の光照射面との間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを

順に備え、

前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されている、照明光学系。

【請求項7】 請求項5または請求項6記載の照明光学系であって、

前記第1のレンズアレイの複数の第1の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズである、照明光学系。

【請求項8】 請求項5ないし請求項7のいずれかに記載の照明光学系であって、

前記第2のレンズアレイの複数の第2の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズである、照明光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、照明光を射出する照明光学系および投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】投写型表示装置では、照明光から、電気光学装置を用いて画像を表す画像光を形成し、この画像光を投写することにより画像を表示している。この電気光学装置として、照明光を画像情報（画像信号）に応じて変調し、画像を表す画像光を射出する光変調装置（射出方向制御型光変調装置）が利用されている。この光変調装置の例として、デジタル・マイクロミラー・デバイス（テキサス・インスツルメンツ（TI）社の登録商標である。以下、「DMD」と呼ぶ。）のようなマイクロミラー型光変調装置があげられる。

【0003】DMDは、画像を構成する複数の画素に対応する複数のマイクロミラーを有している。複数のマイクロミラーはそれぞれ画像情報に応じてその傾きが変化し、各マイクロミラーの傾きに応じて光を反射する。各マイクロミラーで反射された光のうち、所定方向に反射された光が、画像光として利用される。すなわち、DMDは、光の反射方向を制御して画像光を形成するタイプの電気光学装置である。

【0004】図13は、マイクロミラー型光変調装置を用いた従来の投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置5000は、照明光学系100Eと、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。

【0005】照明光学系100Eは、光源部110と、第1のコンデンサーレンズ（集光レンズ）120と、カラーホイール130と、透光性ロッド180Aと、第2のコンデンサーレンズ190と、を備えている。

【0006】光源部110から射出された光は、第1のコンデンサーレンズ120とカラーホイール130と透光性ロッド180Aと第2のコンデンサーレンズ190とを通過して200を通過してマイクロミラー型光変調

装置200に入射する。マイクロミラー型光変調装置200に入射した光は、マイクロミラー型光変調装置200に与えられた画像信号に応じて変調される。マイクロミラー型光変調装置200で変調された光は、画像を表す光（画像光）として投写レンズ300を介して投写され、これにより画像が表示される。

【0007】光源部110から射出された光は、その照度分布が様でない場合が多い。このような光を照明光としてそのまま利用した場合には、表示される画像の明るさも、照明光の照度分布に応じて様でない場合が多い。しかし、投写型表示装置によって表示される画像は、その明るさが様で明るいほうが好ましい。そこで、従来からこの問題を解決するために、照明光学系100Eのように透光性ロッド180Aが用いられる場合が多い。この透光性ロッド180Aは、入射する光の照度分布が様でない場合においても、照度分布が様な光を射出する機能を有する光学要素である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、透光性ロッド180Aは、透光性ロッド180Aの入射側側面180AIから入射した光が、透光性ロッド180Aの内面で反射を繰り返しながら透光性ロッド180A内を通過することにより、射出面側側面180AOから射出する光の照度分布を様にする光学要素である。従って、透光性ロッド180Aから射出された光の照度分布を様にするためには、透光性ロッド180Aに入射した光を透光性ロッド180Aの内面で数多く反射させることが要求される。すなわち、透光性ロッド180Aは、光源部110から射出される光の照度分布に応じた長さが必要であり、その長さが長ければ長いほど好ましいことになる。この結果、透光性ロッドを用いた照明光学系を利用した投写型表示装置は、一般的に、照明光学系の光路の長さ（光源からマイクロミラー型光変調装置までの光路の物理的な長さ）が長くなり、装置の小型化が難しいという問題がある。

【0009】ところで、投写型表示装置によって表示される画像の明るさは、照明光学系から射出された光によって照射される照明領域の照度に大きく依存する。すなわち、同じ光量の照明光を射出する照明光学系ならば、照明光で照射される照明領域の面積が小さいほど照度が高くなり、投写型表示装置によって表示される画像が明るくなる。したがって、投写型表示装置の照明光学系は、電気光学装置の光照射面への照明効率が高いことが好ましい。しかし、DMDのような光変調装置（射出方向制御型光変調装置）を投写型表示装置の電気光学装置として利用する場合、照明光学系と光変調装置との位置関係によって、照明光学系の照明効率が低くなるという問題がある。また、この問題は、光照射面（複数の画素を含む）に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて（画素ごとに）制御することにより、画像を表す画

像光を射出する光変調装置に共通する問題である。

【0010】この発明は、光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて画素ごとに制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置（射出方向制御型光変調装置）を用いた投写型表示装置において、照明光学系の光路の長さ（光源から射出方向制御型光変調装置までの光路の物理的な長さ）を従来に比べて短くして、投写型表示装置の小型化を図る技術を提供することを第1の目的とする。また、照明光学系の照明効率の向上を図る技術を提供することを第2の目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の第1の装置は、照明光を射出する照明光学系と、前記照明光学系から射出された照明光を変調する光変調装置と、前記光変調装置から射出された光を投写する投写光学系と、を備えた投写型表示装置であって、前記光変調装置は、与えられた画像信号に応じて前記光変調装置の光照射面に照射された照明光の射出方向を制御して前記照明光を変調することにより、画像を表す画像光を射出する射出方向制御型光変調装置であり、前記照明光学系は、光源部と、輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、かつ、前記光源部と前記第1のレンズアレイとの間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、前記照明光学系によって前記光変調装置に照射された照明光の中心軸が、前記光変調装置に所定の角度で斜めに入射するように設定されており、前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されていることを特徴とする。

【0012】本発明の第2の装置は、照明光を射出する照明光学系と、前記照明光学系から射出された照明光を変調する光変調装置と、前記光変調装置から射出された光を投写する投写光学系と、を備えた投写型表示装置であって、前記光変調装置は、与えられた画像信号に応じて前記光変調装置の光照射面に照射された照明光の射出方向を制御して前記照明光を変調することにより、画像を表す画像光を射出する射出方向制御型光変調装置であり、前記照明光学系は、光源部と輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、かつ、前記第2の

レンズアレイと前記光変調装置との間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、前記照明光学系によって前記光変調装置に照射された照明光の中心軸が、前記光変調装置に所定の角度で斜めに入射するように設定されており、前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されていることを特徴とする。

【0013】なお、各投写型表示装置において、前記第1のレンズアレイの複数の第1の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズであることが好ましい。

【0014】また、前記第2のレンズアレイの複数の第2の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズであることも好ましい。

【0015】本発明の第3の装置は、略矩形形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置に対して、前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で斜めに入射するように、前記照明光を射出する照明光学系であって、光源部と、輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、かつ、前記光源部と前記第1のレンズアレイとの間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されていることを特徴とする。

【0016】また、本発明の第4の装置は、略矩形形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置に対して、前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で斜めに入射するように、前記照明光を射出する照明光学系であって、光源部と、輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、かつ、前記第2のレンズアレイと所定の光照射面との間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備え、前記四辺形は、前記第1のレンズアレイから前記光照射面に入射する照明光によって照明される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比

が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されていることを特徴とする。

【0017】なお、各照明光学系において、前記第1のレンズアレイの複数の第1の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズであることが好ましい。

【0018】また、前記第2のレンズアレイの複数の第2の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズであることも好ましい。

【0019】上記各装置においては、四辺形状の照明領域の輪郭形状を略矩形状に近づけることができる。したがって、照明光の照明効率を向上させることができる。

【0020】

【発明の他の態様】この発明は、以下のような他の態様も含んでいる。すなわち、光源部と、前記光源部からの射出光を複数の部分光線束に分割するための光学要素と、を備えた照明光学系であって、前記光学要素の射出面の輪郭形状は、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形であり、前記四辺形は、前記光学要素によって照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の比よりも1に近くなるように設定されている態様である。

【0021】上記照明装置によれば、光学要素によって照射される四辺形状の照明領域の輪郭形状を略矩形状に近づけることができる。したがって、照明光の照明効率を向上させることができる。

【0022】上記照明光学系の態様では、それぞれが前記光学要素に相当する複数の第1の小レンズを有し、前記光源部からの射出光を複数の部分光線束に分割する第1のレンズアレイと、前記複数の第1の小レンズに対応する複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備えることこともできる。

【0023】こうすれば、複数の部分光線束それぞれの照明効率を向上させることができるとともに、照明光の照度分布を均一にすることができる。

【0024】なお、前記複数の第1の小レンズは、平行四辺形状の輪郭を有するレンズである、ようにしてもよい。

【0025】こうすれば、複数の第1の小レンズを隙間なく敷き詰め配列することができるので、第1のレンズアレイに入射する光源部からの射出光を、より有効に複数の部分光線束に分割して利用することができる。

【0026】ここで、前記第1のレンズアレイの複数の第1の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズであるようにしてもよい。

【0027】また、前記第2のレンズアレイの複数の第2の小レンズの少なくとも一部は、偏心レンズであるようにしてもよい。

【0028】第1のレンズアレイの複数の第1の小レンズの少なくとも一部と、第2のレンズアレイの複数の第2の小レンズの少なくとも一部との少なくとも一方が、

これに入射する光の方向に応じて設定された偏心レンズであれば、これから射出する部分光線束を効率良く照射することができる。

【0029】上記照明光学系の態様は、前記光源部と前記第1のレンズアレイとの間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備えることも可能である。

【0030】また、前記照明光学系の態様は、前記第2のレンズアレイと所定の光照射面との間に、第1の集光レンズと、複数の色フィルタが回転可能に形成されたカラーホイールと、第2の集光レンズとを順に備えるようにしてもよい。

【0031】これらのようにすれば、カラー画像を表示する投写型表示装置を構成する光学系の小型化をより促進することが可能である。

【0032】なお、前記照明光学系の態様は、前記光学要素に相当する透光性ロッド、を備えることも可能である。

【0033】このようにしても、照明光の照明効率を向上させることができるとともに、照明光の照度分布を均一にすることができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の各実施例を説明する。尚、以下の各実施例においては、特に断りのない限り、互いに直交する3つの方向を便宜的に光の進行方向をz軸方向（光軸と平行な方向）とし、z軸方向から見て12時の方向をy軸方向（縦方向）とし、3時の方向をx軸方向（横方向）とする。

【0035】A. 第1実施例：図1は、本発明の第1実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置1000Aは、照明光学系100Dと、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300とは、それぞれを中心軸200ax、300axが一致するように配置されている。

【0036】照明光学系100Dは、マイクロミラー型光変調装置200を照明する光の入射角の制約から、照明光学系の中心軸100Daxが、マイクロミラー型光変調装置200の中心軸（光照射面202の法線）200axに対して所定の傾きを有するように配置されている。ここで、「光照射面」は、照射された光を画像光として利用可能な領域、すなわち、後述するマイクロミラーが形成されている領域である狭義の光照射面を示す。ただし、以下では、マイクロミラーが形成されている領域の外側も含む光が照射される領域の全体を光照射面と呼ぶ場合もある。なお、「所定の傾き」については、第1実施例において特に問題ではないため説明を省略するが、第2実施例において詳述する。

【0037】照明光学系100Dは、光源部110と、第1のコンデンサーレンズ（集光レンズ）120と、カラーホイール130と、第2のコンデンサーレンズ（集光レンズ）140と、第1のレンズアレイ150Dと、第2のレンズアレイ160Dと、重畳レンズ170と、を備えている。これらの光学要素110、120、130、140、150D、160D、170は、照明光学系100Dの中心軸100Daxに沿って順に配置されている。

【0038】光源部110は、光源ランプ112と凹面鏡114とを有している。光源ランプ112は、放射状の光線を射出する放射光源である。光源ランプ112としては、メタルハライドランプや高圧水銀灯などの高圧放電灯が用いられる。凹面鏡114は、光源ランプ112からの放射光線が反射されて第1のコンデンサーレンズ120に入射するように、開口部116から集光光として射出する楕円面凹面鏡である。凹面鏡114としては、光源ランプ112からの放射光線を反射し、略平行光として射出する放物面鏡を用いるようにしてもよい。この場合には、略平行光を第1のコンデンサーレンズ120に入射させるように、光源部110と、コンデンサーレンズ120との間に、別のコンデンサーレンズを付加するようにしてもよい。

【0039】第1のコンデンサーレンズ120は、カラーホイール130に照射される光スポットを小さくするために、光源部110からの光をカラーホイール130の近傍に集光させるための光学要素である。

【0040】図2は、カラーホイール130を光源部110側から見た正面図である。カラーホイール130は、回転方向に沿って区切られた3つの扇形の領域に3つの透過型色フィルタ130R、130G、130Bが形成されたものである。第1の色フィルタ130Rは、赤色の波長領域の光（以下、「赤色光R」と呼ぶ）を透過し、他の波長領域の光を反射または吸収する機能を有している。同様に、第2および第3の色フィルタ130G、130Bは、それぞれ緑色、青色の波長領域の光（以下、それぞれ「緑色光G」、「青色光B」と呼ぶ）を透過し、他の波長領域の光を反射または吸収する機能を有している。色フィルタは、例えば誘電体多層膜や、染料を用いて形成されたフィルタ板などにより構成される。

【0041】カラーホイール130は、第1のコンデンサーレンズ120によって集光された光スポットSPがカラーホイール130の中心軸130axからずれた所定の周辺位置を照射するように配置されている。そして、カラーホイール130は、図示しないモータによって回転軸130axを中心に一定速度で回転する。このとき、光スポットSPは、カラーホイール130の回転に応じて、色フィルタ130R、130G、130Bの各領域を一定間隔で循環的に照射する。この結果、カラ

ーホイール130を透過する光は、カラーホイール130の回転に応じて、赤色光R、緑色光G、青色光Bと循環的に変化する。

【0042】図1の第2のコンデンサーレンズ140は、カラーホイール130を透過した光を第1のレンズアレイ150Dに入射するように集光する機能を有している。本実施例では、第2のコンデンサーレンズ140は、カラーホイール130を透過する発散光が略平行光となるように設定されている。

【0043】第1のレンズアレイ150Dは、複数の第1の小レンズ152Dで構成されたレンズアレイである。この第1のレンズアレイ150Dは、第2のコンデンサーレンズ140から射出された略平行光を複数の第1の小レンズ152Dに対応する複数の部分光線束に分割するとともに、各部分光線束をそれぞれ第2のレンズアレイ160Dの近傍で集光させる機能を有している。

【0044】図3は、第1のレンズアレイ150Dの光の入射面側から見た正面図と、上面図と、側面図である。図3（A）に示すように、第1のレンズアレイ150Dは、略矩形形状の同心レンズである第1の小レンズ152DがM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。なお、図3は、M=4、N=3の例を示している。「同心レンズ」とは、レンズの幾何学的な中心と光学的な中心とが一致しているレンズを意味する。

【0045】第2のレンズアレイ160Dは、第1のレンズアレイ150Dの各第1の小レンズ152Dに対応する第2の小レンズ162Dを備えている。第2のレンズアレイ160Dは、第1のレンズアレイ150Dの像を重畳レンズ170を介してマイクロミラー型光変調装置200の照射面上に結像させる機能を有している。なお、第2のレンズアレイ160Dの各第2の小レンズ162Dは、第1のレンズアレイ150Dから射出された対応する各部分光線束が入射可能であれば、どのような形状をとることも可能である。本実施例では、第1のレンズアレイ150Dとレンズ面（凸面）の向きのみが異なるレンズアレイを用いている。

【0046】重畳レンズ170は、第2のレンズアレイ160Dから射出された複数の部分光線束を、マイクロミラー型光変調装置200の照射面上で重畳する機能を有している。

【0047】第1のレンズアレイ150Dから射出された複数の部分光線束は、第2のレンズアレイ160Dおよび重畳レンズ170を通過してそれぞれマイクロミラー型光変調装置200の照射面202を照明する。これにより、光源部110から射出される光に照度分布がある場合においても、照射面202は均一に照明される。

【0048】マイクロミラー型光変調装置200は、光照射面に照射された照明光を画像信号（画像情報）に応じて各画素に対応するマイクロミラーで反射することに

より、画像を表す画像光を投写レンズ300の方に射出する光変調装置である。マイクロミラー型光変調装置200から射出された画像光は投写レンズ300を介して投写されて画像が表示される。

【0049】以上説明したように、本実施例の投写型表示装置1000Aの照明光学系100Dは、従来の照明光学系100E（図14）の透光性ロッド180Aと同様の機能を、第1のレンズアレイ150Dと第2のレンズアレイ160Dと重畳レンズ170とで構成されるインテグレート光学系によって実現されている。

【0050】第1のレンズアレイ150Dからマイクロミラー型光変調装置200までの光路の物理的な長さは、第1のレンズアレイ150Dと第2のレンズアレイ160Dと重畳レンズ170の各光学要素の焦点距離の関係によって決定することができ、光源部110から射出される光の照度分布に依存しない。また、各光学要素の焦点距離は、ある程度自由に設定可能である。従って、従来例で説明したように、照度分布に依存した照明光学系の光路の長さを有する照明光学系を利用する場合に比べて、照明光学系の光路の長さを短くすることができる。これにより、従来に比べて投写型表示装置の小型化が可能である。

【0051】なお、本実施例では、第1のレンズアレイ150Dの複数の第1の小レンズ152Dを略矩形形状のレンズとした場合を例に説明しているが、これに限定されるものではなく、五角形や六角形の輪郭形状を有するレンズであってもよい。すなわち、光源部110から射出された光を複数の部分光線束に分割することができる形状であればよい。

【0052】また、第2のレンズアレイ160Dの第2の小レンズ162Dは、第1のレンズアレイ150Dの第1の小レンズ152Dと同様に、同心レンズで構成されているが、これに限定されるものではない。例えば、以下に示す変形が可能である。

【0053】図4は、第2のレンズアレイ160Dの変形例を示す正面図である。図4に示す第2のレンズアレイ160D'は、第2の小レンズ162D'が、偏心レンズで構成されている。「偏心レンズ」とは、レンズの光学的な中心（+印で示す）が幾何学的な中心（・印で示す）の位置からずれているレンズを意味している。

【0054】図1の重畳レンズ170の球面収差によって、第1のレンズアレイ150Dによって分割された複数の部分光線束がマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202上で効率よく重畳されずに、照明効率が低下する場合がある。このような場合、図4に示すような第2のレンズアレイ160D'を用いることにより、重畳レンズ170の球面収差の影響を抑制することができるので、複数の部分光線束をマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202上で効率よく重畳することができ、照明効率の低下を抑制することができる。

【0055】また、第1のレンズアレイ150Dに入射する光の平行性が悪い場合にもマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202に対する照明効率が低下する場合がある。このような場合には、第1のレンズアレイ150Dの第1の小レンズ152Dを偏心レンズで構成することにより、照明効率の低下を抑制することもできる。

【0056】さらに、第1のレンズアレイ150Dおよび第2のレンズアレイ160Dを偏心レンズで構成するようにしてもよい。

【0057】また、上記実施例の投写型表示装置1000Aでは、投写レンズ300の中心軸300axをマイクロミラー型光変調装置200の中心軸200axに一致させるように配置する例を示しているが、これに限定されるものではない。投写レンズ300の中心軸300axをマイクロミラー型光変調装置200の中心軸200axからずらして配置するようにしてもよい。このようにすれば、あおり投写を実現することができる。

【0058】また、上記実施例の投写型表示装置1000Aでは、カラーホイール130として、回転方向に沿って3等分された領域に3つの透過型色フィルタ130R、130G、130Bが形成された例を示しているがこれに限定されるものではない。例えば、3等分ではなく、カラーバランスに応じて分割する面積を変えても良い。また、3分割ではなく、赤、緑、青、赤、緑、青の6分割にしてもよい。あるいは、4分割にして、その一つを無色透明としてもよい。この場合カラーホイールの回転を止めて、無色透明の領域のみを光源部110からの光が通過するようにすれば、モノクロ画像を表示することができる。また、赤、緑、青の3色の色フィルタではなく、カラー画像を表示できる色、例えば、シアン、マゼンダ、イエローの3色の色フィルタを用いるようにしてもよい。なお、本発明において、「色フィルタ」は、特定の波長領域の光を透過し、他の波長領域の光を反射または吸収する機能を有するものだけでなく、各波長領域の光を透過する機能（透明の領域の機能）を有するものも含む。

【0059】また、上記実施例の投写型表示装置1000Aは、カラーホイール130を備えて、カラー画像を表示する装置であるが、カラーホイール130を省略して、モノクロ画像を表示するようにしてもよい。この場合には、第1のコンデンサーレンズ120や第2のコンデンサーレンズ140も省略することができる。また、光源部110の凹面鏡114を放物面鏡とし、第1のレンズアレイ150Dに略平行光を入射させるようにすればよい。

【0060】なお、各光学要素120、140、150D、160D、170のレンズ面（凸面や凹面）の向きは、図1に示した向きに限定されるものではない。それぞれ逆の向きにすることもできし、各光学要素のレン

ズ面の向きの組み合わせも任意である。また、各光学要素120, 140, 150D, 160D, 170, 300は、複数のレンズを組み合わせた複合レンズによって構成することもできる。また、隣り合う光学要素を貼り合わせて一体化することもできる。例えば、第2のコンデンサーレンズ140と第1のレンズアレイ150Dとを貼り合わせて一体化することができる。また、第2のレンズアレイ160Dと重畳レンズ170とを貼り合わせて一体化することもできる。また、複数の光学要素を、1つの光学要素に置き換えることも可能である。例えば、第2のレンズアレイ160Dに重畳レンズ170の機能を持たせて、重畳レンズ170を省略することができる。また、いずれかの光学要素を省略することも可能である。例えば、第1のコンデンサーレンズ120や第2のコンデンサーレンズ140を省略することもできる。

【0061】また、マイクロミラー型光変調装置200と投写レンズ300との間に、内部反射を利用したプリズムを備えて、照明光学系100Cから射出された照明光をマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202に全反射させるとともに、マイクロミラー型光変調装置200から射出された画像光を透過して、投写レンズ300の方向に射出するようにしてもよい。

【0062】なお、上記各変形は、以下の各実施例においても適用可能である。

【0063】B. 第2実施例：図5は、本発明の第2実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置1000は、照明光学系100と、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。第1実施例の投写型表示装置1000Aとの違いは、照明光学系100Dを照明光学系100に置き換えた点であり、その他の点に付いては第1実施例と同様である。第1実施例と同様の構成については同番号を付し、詳細な説明を省略する。

【0064】照明光学系100は、第1実施例においても述べたように、マイクロミラー型光変調装置200を照明する光の入射角の制約から、照明光学系の中心軸100axが、マイクロミラー型光変調装置200の中心軸（光照射面202の法線）200axに対して所定の傾きを有するように配置されている。

【0065】第1のレンズアレイ150は、複数の小レンズ152で構成されたレンズアレイである。この第1のレンズアレイ150は、第1のレンズアレイ150D（図1）と同様に、第2のコンデンサーレンズ140から射出された略平行光を複数の小レンズ152に対応する複数の部分光線束に分割するとともに、各部分光線束をそれぞれ第2のレンズアレイ160の近傍で集光させる機能を有している。

【0066】図6は、第1のレンズアレイ150の光の

入射面側から見た正面図と、上面図と、側面図である。図6(A)に示すように、第1のレンズアレイ150は、小レンズ152がM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。なお、図6は、 $M=4$, $N=3$ の例を示している。小レンズ152の輪郭は、2つの対角線のうち、左下と右上の頂点を結ぶレンズ対角線152CR1の長さが、左上と右下の頂点を結ぶレンズ対角線152CR2の長さよりも長い平行四辺形である。また、各小レンズ152は、互いの辺が接する状態で密に配置されている。したがって、第1のレンズアレイ150のレンズ全体としての輪郭も小レンズ152の辺と平行な辺で構成される平行四辺形である。なお、第1のレンズアレイ150の形状については、さらに後述する。

【0067】第2のレンズアレイ160は、第1のレンズアレイ150の各小レンズ152に対応する小レンズ162を備えている。第2のレンズアレイ160は、第2のレンズアレイ160D（図1）と同様に、第1のレンズアレイ150の像を重畳レンズ170を介してマイクロミラー型光変調装置200の照射面上に結像させる機能を有している。なお、第2のレンズアレイ160の各小レンズ162は、第1のレンズアレイ150から射出された対応する各部分光線束が入射可能であれば、平行四辺形以外の形状をとることも可能である。本実施例では、第1のレンズアレイ150とレンズ面（凸面）の向きのみが異なるレンズアレイを用いている。

【0068】マイクロミラー型光変調装置200は、光照射面に照射された照明光を画像情報（画像信号）に応じて各画素に対応するマイクロミラーで反射することにより、画像を表す画像光を投写レンズ300の方に射出する光変調装置である。図7は、マイクロミラー型光変調装置200の例であるDMDについて示す説明図である。図4(A)に示すように、DMD200の光照射面202上には、略正方形の輪郭を有する複数のマイクロミラー204がマトリクス状に形成されている。各マイクロミラー204は、左下と右上の頂点を結ぶ対角線を回動軸204cとして所定の角度範囲で回動可能に形成されている。これらのマイクロミラー204は、画像を構成する各画素に対応する。

【0069】ここで、説明を容易にするため、光照射面202に照射される照明光は、これを代表する中心光線（入射光線）IRで示すこととする。また、照明光IRの光照射面202への入射位置を通り、x軸に平行な水平方向軸をh、y軸に平行な垂直方向軸をvとする。装置の構成を容易にするためには、DMD200に照射される照明光IRは、各マイクロミラー204の回動軸204cに垂直な入射面を有するようにすることが好ましい。このため、DMD200に照射される照明光IRは、図7(A)に示すように、光照射面202に平行なxy平面上に投影される照明光IRの光路の水平軸hに対する傾き θ_h が約45度となるように右斜め下方向か

ら入射される。また、図7 (B) に示すように、照明光 I R は、光照射面 202 に垂直で照明光 I R の光路を含む面内において、光照射面 202 への入射角 θL が約 20 度となるように入射される。

【0070】図7 (C) は、マイクロミラー 204 への入射光とその反射光とを含む入射面、すなわち、回動軸 204 c に垂直な断面における光路を示している。マイクロミラー 204 は、光照射面 202 に平行な平面 F (図7 (C) に破線で示す) に対して、回動軸 204 c を中心に約 $\pm (\theta L / 2)$ 度 (± 10 度) 回動する。なお、時計周りに沿った角度を正とする。照明光 I R は、上述したように、平面 F の法線 F n から $+\theta L$ (± 20 度) 傾いた方向からマイクロミラー 204 に入射する。

【0071】マイクロミラー 204 が平面 F に対して $+(\theta L / 2)$ だけ傾いた状態の場合、照明光 I R は、照明光 I R から $-\theta L$ だけ傾いた方向、すなわち、法線 F n に平行な方向に反射光 R R ($+\theta L / 2$) として射出される。マイクロミラー 204 が $-(\theta L / 2)$ だけ傾いた状態の場合、照明光 I R は、照明光 I R から $-(3 \cdot \theta L)$ だけ傾いた方向に反射光 R R ($-\theta L / 2$) として射出される。このように、マイクロミラー 204 に照射された照明光 I R は、マイクロミラー 204 の回動角度に応じて異なった方向に反射して射出される。例えば、反射光 R R ($+\theta L / 2$) の方向に投写レンズを配置すると、反射光 R R ($+\theta L / 2$) のみが画像光として利用される。これにより、マイクロミラー 204 が $+(\theta L / 2)$ だけ傾いた状態において、反射光が投写レンズを介して投写されて明表示が実現され、マイクロミラー 204 が $-(\theta L / 2)$ だけ傾いた状態において、反射光が投写レンズを介して投写されず暗表示が実現される。中間の階調は、1つの画素が画像を描画する一定時間のうち、階調に応じて明と暗の表示の割合を制御する手法 (いわゆるパルス幅変調と呼ばれる手法) で実現される。

【0072】なお、本実施例の投写型表示装置 1000 において投写レンズ 300 は、マイクロミラー 204 が $+(\theta L / 2)$ だけ傾いた状態における反射光を画像光として利用するように配置されている。これにより、画像情報に応じてマイクロミラー型光変調装置 200 から射出された画像光が投写レンズ 300 を介して投写され、画像が表示される。

【0073】また、照明光学系 100 からは、カラーホイール 130 の回転に応じて赤色光 R と、緑色光 G と、青色光 B とが一定間隔で循環的に射出される。このとき、マイクロミラー型光変調装置 200 の各マイクロミラー 204 を、照射される色光に応じた画像情報に応じて制御することにより、カラー画像を表示させることができる。

【0074】本発明の投写型表示装置 1000 は、上述

したように、第1のレンズアレイ 150 の形状に特徴を有している。すなわち、図6に示すように、第1のレンズアレイ 150 及びこれを構成する複数の小レンズ 152 の輪郭が、平行四辺形である点に特徴を有している。第1のレンズアレイ 150 を上記のような形状としているのは、以下の理由による。

【0075】マイクロミラー型光変調装置 200 には、上述したように、光照射面 202 の法線方向ではなく、法線に対して一定の傾きを有する方向から照明光学系 100 の照明光が照射される (図7)。図8は、光照射面 202 上に照射された照明光について示す説明図である。第1のレンズアレイ 150 の小レンズ 152 を仮に略矩形形状のレンズで構成したとすると、光照射面 202 を含むよう照射された照明光の照明領域 F I は略矩形形状ではなく、その入射角度に応じて歪んだ形状となる。図7で説明したように右斜め下方向から照明光が照射される場合の照明領域 F I は、図8 (A) に示すように、左上と右下の頂点を結ぶ対角線 F I 2 の長さが右上と左下の頂点を結ぶ対角線 F I 1 の長さよりも長くなるような四辺形となる。このように照明領域 F I が略矩形形状でなく歪んでいる場合には、光照射面 202 を照射しない無効な光の割合が増加する。このため、照明光学系 100 から射出された照明光の照明効率低下することになる。このような無効な光を低減するためには、照明領域 F I が略矩形形状となるように、照明光学系 100 から射出された照明光の形状をあらかじめ歪ませるようにすればよい。すなわち、図8 (B) に示すように、照明光学系 100 から射出された照明光の中心軸に垂直な断面 R I の2つの対角線 R I 1, R I 2 のうち、より長い対角線 R I 1 が、歪んだ照明領域 F I のより長い対角線 F I 2 に対応し、より短い対角線 R I 2 が、歪んだ照明領域 F I のより短い対角線 F I 1 に対応するように設定すればよい。換言すれば、照明光学系に、射出面の輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である光学要素を備えて、この四辺形を、光学要素から射出された照明光が光照射面に所定の角度で斜めに入射する場合に、照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、第1と第2の対角線の長さの比よりも1に近くなるように設定すればよい。このようにすれば、照明光学系の照明効率を向上させることができる。

【0076】本発明の投写型表示装置 1000 においては、図6に示すように、照明光学系 100 の第1のレンズアレイ 150 を構成する各小レンズ 152 は、平行四辺形の輪郭形状を有している。この平行四辺形の輪郭は、上記照明光の断面 R I と同様に、断面对角線 R I 2 に対応する小レンズ 152 のレンズ対角線 152 C R 2 の長さよりも断面对角線 R I 1 に対応するレンズ対角線 152 C R 1 の長さのほうが短い形状を有している。これにより、光照射面 202 を照射しない無効な光を低減

するようにすることができる。これにより、各小レンズ152から射出された部分光線束の照明効率を向上させることができる。また、小レンズ152は、平行四辺形の輪郭を有しているので、各小レンズ152を密に敷き詰めて配列することができる。これにより、光源部110からの射出光をより有効に利用することができるので、光源部110からの射出光の利用効率が良い。なお、この場合において、実際には、照明光学系100から射出された照明光をより有効に利用可能とするために、2つのレンズアレイ150、160をそれぞれの中心光軸を中心に回転させて、照明領域の形状を調整することが好ましい。

【0077】また、第1のレンズアレイ150から射出された各部分光線束の光の利用効率をより向上させるためには、第1のレンズアレイ150の各小レンズ152の光入射面側から見た形状が、図8(B)に示す断面RIに相似な形状であることが好ましい。このようにすれば、各小レンズ152から射出された部分光線束の照明領域を、略矩形状の照射面202の輪郭により近づけることができるので、各部分光線束の照明効率をより向上させることができる。ただし、この場合、各小レンズ152を敷き詰めて配列することができない場合があるので、光源部110からの射出光の利用効率が低下する場合がある。

【0078】以上説明したように、本発明の投写型表示装置1000は、マイクロミラー型光変調装置200の照射面202を照明する照明光の無効な光を低減することができるので、照明光学系100から射出された照明光の照明効率を向上させることができる。また、第1実施例と同様に、照明光学系100は、第1のレンズアレイ150と第2のレンズアレイ160と重畳レンズ170とで構成されるインテグレート光学系を備えている。従って、照明光学系100によってマイクロミラー型光変調装置200の照射面202が均一に照明されるので、明るさの均一な画像を表示することができる。また、照明光学系の光路の長さを従来に比べて短くすることができる。これにより、従来に比べて投写型表示装置の小型化が可能である。

【0079】なお、本実施例においては、マイクロミラー型光変調装置200の例として図3に示すDMDを例に説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、照明光の入射角度は、マイクロミラー204の回転軸の方向や、回転範囲に応じて種々の態様が考えられる。これに応じて、第1のレンズアレイ150の小レンズ152の形状も種々の態様が考えられる。例えば、照射面202の法線に対する照明光の傾き θ_L が図6に示す値よりも大きい場合には、小レンズ152の形状は、2つのレンズ対角線の長さの比がより大きな平行四辺形とすることも可能である。また、本実施例では、マイクロミラー型光変調装置としてDMDを適用した場合

を例に説明しているが、これに限定されるものでなく、光照射面に照射された照明光を画像情報に応じて反射することにより、画像を表す画像光を射出する種々の射出方向制御型光変調装置を用いることができる。

【0080】また、マイクロミラー型光変調装置200と投写レンズ300との間に、内部反射を利用したプリズムを備えて、照明光学系100から射出された照明光をマイクロミラー型光変調装置200の照射面202に全反射させるとともに、マイクロミラー型光変調装置200から射出された画像光を透過して、投写レンズ300の方向に射出するようにしてもよい。

【0081】なお、上記各変形は、他の各実施例においても適用可能である。

【0082】C. 第3実施例：図9は、本発明の第3実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置2000は、照明光学系100Aと、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。第2実施例の投写型表示装置1000(図5)との違いは、照明光学系100を照明光学系100Aに置き換えた点であり、その他の点に付いては第2実施例と同様である。第2実施例と同様の構成については同番号を付し、詳細な説明を省略する。

【0083】第2実施例の照明光学系100との違いは、第1のレンズアレイ150Aと第2のレンズアレイ160Aとが、光源部110と第1のコンデンサーレンズ120Aとの間に設けられていることである。第1のレンズアレイ150Aは、第1のレンズアレイ150

(図6)と同様に、平行四辺形の輪郭形状を有する小レンズ152Aを有している。第1のレンズアレイ150Aは、光源部110から射出された集光光を複数の部分光線束に分割する。第2のレンズアレイ160Aを構成する各小レンズ162Aは、上述したように、第1のレンズアレイ150Aから射出された部分光線束を含むような構成を有しておればよい。したがって、第2のレンズアレイ160Aは、第1のレンズアレイ150Aよりも小さい形状でよい。なお、各光学要素の機能は、第1のコンデンサーレンズ120Aを除いて同じである。

【0084】光源部110から射出された光は、第1のレンズアレイ150Aによって複数の部分光線束に分割され、第2のレンズアレイ160Aを介して第1のコンデンサーレンズ120Aに入射する。第1のコンデンサーレンズ120Aは、入射した複数の部分光線束をカラーホイール130上で重畳し、光スポットSPを形成する機能を有している。カラーホイール130から射出された各部分光線束は、第2のコンデンサーレンズ140を介して重畳レンズ170に入射し、マイクロミラー型光変調装置200の照射面202上で重畳される。

【0085】第3実施例の投写型表示装置2000も、マイクロミラー型光変調装置200の照射面202を

照明する照明光の無駄な光を低減することができるので、照明光学系100Aから射出された照明光の照明効率を向上させることができる。また、第1実施例と同様に、照明光学系100Aは、第1のレンズアレイ150Aと第2のレンズアレイ160Aと重畳レンズ170とで構成されるインテグレート光学系を備えている。従って、照明光学系100Aによってマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202が均一に照明されるので、明るさの均一な画像を表示することができる。また、照明光学系の光路の長さを従来に比べて短くすることができる。これにより、従来に比べて投写型表示装置の小型化が可能である。

【0086】D. 第4実施例：図10は、本発明の第4実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置3000は、照明光学系100Bと、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。第2実施例の投写型表示装置1000（図5）との違いは、照明光学系100を照明光学系100Bに置き換えた点であり、その他の点に付いては第2実施例と同様である。第2実施例と同様の構成については同番号を付し、詳細な説明を省略する。

【0087】照明光学系100Bは、光源部110と、第1のコンデンサーレンズ120と、カラーホイール130と、透光性ロッド180と、第2のコンデンサーレンズ190と、を備えている。第2実施例の照明光学系100との違いは、2つのレンズアレイ150、160および重畳レンズ170の代わりに、透光性ロッド180と、第2のコンデンサーレンズ190と、を備えている点である。

【0088】照明光は、透光性ロッド180の内面で反射を繰り返しながら透光性ロッド180内を通過する。この結果、透光性ロッド180は、光源部110から射出された光の照度分布が一樣でない場合においても、照度分布が一樣な光を射出側側面1800から射出する機能を有している。すなわち、照明光学系100の第1と第2のレンズアレイ150、160および重畳レンズ170と同様にインテグレート光学系の機能を有している。第2のコンデンサーレンズ190は、透光性ロッド180の射出面の像をマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202上に結像させる機能を有している。

【0089】図11は、透光性ロッド180の外観を示す斜視図である。この透光性ロッド180は、光源部110側から見た輪郭が第1のレンズアレイ150の小レンズ152（図3）と同様に、平行四辺形である4角柱である。これにより、第4実施例の投写型表示装置3000も、マイクロミラー型光変調装置200の光照射面202を照明する照明光の無駄な光を低減することができる。この結果、照明光学系100Bから射出された照明光の照明効率を向上させることができる。また、照明

光学系100Bによってマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202が均一に照明されるので、明るさの均一な画像を表示することができる。なお、この場合において、実際には、照明光学系100Bから射出された照明光をより有効に利用可能とするために、透光性ロッド180をそれぞれの中心光軸を中心に回転させて、照明領域の形状を調整することが好ましい。

【0090】また、透光性ロッド180を光源部110側から見た形状を、図8（B）に示す断面RIに相似となるようにしてもよい。このようにすれば、透光性ロッド180から射出された光の照明領域FIを光照射面202の輪郭に相似となるようにすることができる。この結果、透光性ロッド180から射出された光による照明効率をより向上させることができる。なお、透光性ロッド180は、少なくとも射出面の輪郭のみが、図8

（B）に示す断面RIに相似となるように形成されるようにしてもよい。すなわち、透光性ロッドは、透光性ロッドから射出された光が光照射面に所定の角度で斜めに入射する場合に、照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、透光性ロッドの少なくとも射出面の2つの対角線の比よりも1に近くなるように設定されればよい。このようにすれば、透光性ロッドから射出された光による照明効率を向上させることができる。

【0091】E. 第5実施例：図12は、本発明の第5実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置4000は、照明光学系100Cと、色光分離合成プリズム400と、3つのマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bと、投写レンズ300と、を備えている。投写型表示装置4000は、3つのマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bと、色光分離合成プリズム400とを備えている点に特徴を有している。

【0092】照明光学系100Cは、光源部110Aと、第1のレンズアレイ150と第2のレンズアレイ160と、重畳レンズ170と、を備えている。図5の照明光学系100との違いは、光源部110を略平行な光を射出する光源部110Aに置き換え、第1のコンデンサーレンズ120とカラーホイール130と第2のコンデンサーレンズ140とを省略したことである。したがって、この照明光学系100Cは、照明光学系100のように赤色光R、緑色光G、青色光Bが循環的に射出されるのではなく、各色光を含む照明光を射出する。

【0093】光源部110Aは、光源ランプ112と、凹面が放物面である凹面鏡（放物面凹面鏡）114Aと、を備え、開口部116から略平行な光を射出する。

【0094】色光分離合成プリズム400は、3つのプリズム420、430、440が互いに接合された構成を有している。互いに接合される第1のプリズム420の側面420Rと、第2のプリズム430の側面430

Iとの間には、青色光反射膜BFILが形成されている。また、互いに接合される第2のプリズム430の側面430Rと、第3のプリズム440の側面440Iとの間には、赤色光反射膜RFILが形成されている。これらの反射膜BFIL, RFILは、通常、誘電体多層膜で構成される。

【0095】第2のプリズム430の側面430I, 430Rを除く側面のうち1つの側面430Oには、赤色光R用のマイクロミラー型光変調装置200Rが設けられている。第1のプリズム420の、照明光学系100Cからの光が入射する側面420Iと第2のプリズム430と接合される側面420Rを除く側面のうち、マイクロミラー型光変調装置200Rに対向する側面420Oには、青色光B用のマイクロミラー型光変調装置200Bが設けられている。第3のプリズム440の投写レンズ300の中心軸300axに垂直な側面440Oには、緑色光G用のマイクロミラー型光変調装置200Gが設けられている。これらのマイクロミラー型光変調装置200R, 200G, 200Bは、必ずしも各側面420O, 430O, 440Oに接して設けられる必要はない。

【0096】照明光学系100Cから射出された、赤色光R、緑色光G、青色光Bを含む光は、第1のプリズム420の側面420Iから入射して青色光反射膜BFILに入射する。なお、説明を容易にするため、色光分離合成プリズム400以降の光は、その中心光線（一点鎖線）のみが代表して図示されている。

【0097】青色光反射膜BFILに入射した光のうち青色光Bは、青色光反射膜BFILで反射される。BFILで反射された青色光Bは、通常、側面420Iを透過する光と反射する光に分けられる。側面420Iで反射された青色光Bは、青色光B用のマイクロミラー型光変調装置200Bに入射する。なお、青色光反射膜BFILで反射された光の側面420Iへの入射角が大きければ、反射光の割合を多くすることができる。さらに、入射角を臨界角以上とすれば、全反射させることができる。このような入射角の調整は、プリズム420の各側面の互いになす角を調整することにより実現できる。

【0098】マイクロミラー型光変調装置200Bは、入射した青色光Bから青色画像光FBを形成して射出する。マイクロミラー型光変調装置200Bから射出された青色画像光FBは、側面420Iで反射され、さらに、青色光反射膜BFILで反射されて投写レンズ300に向けて射出される。マイクロミラー型光変調装置200Bへの青色光Bの入射角と同様に、マイクロミラー型光変調装置200Bから射出された青色画像光FBの側面420Iへの入射角が大きければ、反射光の割合を多くすることができる。さらに、入射角を臨界角以上とすれば、全反射させることができる。

【0099】一方、青色光反射膜BFILに入射した光

のうち赤色光Rおよび緑色光Gは、青色光反射膜BFILを透過して第2のプリズム430に入射する。第2のプリズム430に入射した赤色光Rおよび緑色光Gは、赤色光反射膜RFILに入射する。赤色光反射膜RFILに入射した光のうち赤色光Rは、赤色光反射膜RFILで反射されて、再び青色反射膜BFILに入射する。青色反射膜BFILに再び入射した赤色光Rは、通常、青色反射膜BFILを透過するが、その入射角が大きくなると反射する光が増加し、臨界角以上になると全反射される。青色反射膜BFILが形成されている第1と第2のプリズム420, 430の側面420R, 430Iは、青色反射膜BFILに再び入射した赤色光Rが反射されるように設定されている。したがって、青色反射膜BFILに再び入射した赤色光Rは、青色反射膜BFILで反射されて赤色光R用のマイクロミラー型光変調装置200Rに入射する。

【0100】マイクロミラー型光変調装置200Rは、入射した赤色光Rから赤色画像光FRを形成して射出する。マイクロミラー型光変調装置200Rから射出された赤色画像光FRは、青色光反射膜BFILで反射されるように、青色光反射膜BFILに入射して反射される。青色光反射膜BFILで反射された赤色画像光FRは、さらに、赤色光反射膜RFILで反射されて第1のプリズム420に入射し、青色画像光FBとともに投写レンズ300に向けて射出される。

【0101】一方、赤色光反射膜RFILに入射した光のうち緑色光Gは、赤色光反射膜RFILを透過して第3のプリズム440に入射する。第3のプリズム440に入射した緑色光Gは、第3のプリズム440内を通過して側面440Oから緑色光G用のマイクロミラー型光変調装置200Gに入射する。マイクロミラー型光変調装置200Gは、入射した緑色光Gから緑色画像光FGを形成して射出する。マイクロミラー型光変調装置200Gから射出された緑色画像光FGは、第2のプリズム430を通過して第1のプリズム420に入射し、赤色画像光FRおよび青色画像光FBとともに投写レンズ300に向けて射出される。

【0102】以上により、色光分離合成プリズム400から、カラー画像を表す赤色画像光FR、緑色画像光FG、青色画像光FBが投写レンズ300に向けて射出される。これにより、カラー画像が投写レンズ300によって投写される。

【0103】なお、各マイクロミラー型光変調装置200R, 200G, 200Bに入射される光は、図8で説明したように、所定の角度で入射される。

【0104】第5実施例の投写型表示装置4000も、マイクロミラー型光変調装置200R, 200G, 200Bの光照射面202を照明する照明光の無効な光を低減することができるので、照明光学系100Cから射出された照明光の照明効率を向上させることができる。ま

た、第1実施例と同様に、照明光学系100Cは、第1のレンズアレイ150と第2のレンズアレイ160と重畳レンズ170とで構成されるインテグレート光学系を備えている。従って、照明光学系100Cによってマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bの光照射面202が均一に照明されるので、明るさの均一な画像を表示することができる。また、照明光学系の光路の長さを従来に比べて短くすることができる。これにより、従来に比べて投写型表示装置の小型化が可能である。

【0105】また、第5実施例の投写型表示装置400は、3つの色光それぞれに対応するマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bから射出された画像光を合成することにより、カラー画像を表示している。第1～第4実施例の投写型表示装置に比べてちらつきの少ない高精度なカラー画像を表示させることができる。

【0106】なお、本実施例の色光分離合成プリズム400は、3つのプリズム420、430、440で構成された例を示しているが、これに限定されるものではない。例えば、4つのプリズムで構成されたものであってもよい。すなわち、色光分離合成プリズムは、照明光学系からの光を複数の色光に分離して、分離された各色光を対応する複数のマイクロミラー型光変調装置に所定の角度で入射させるとともに、複数のマイクロミラー型光変調装置から射出された複数の色の画像光を合成して射出するものであればよい。

【0107】また、本実施例の照明光学系としては、第4実施例の照明光学系100Bからカラーホイール130を省略したものを用いることもできる。

【0108】なお、本発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。

【0109】例えば、上記各実施例でマイクロミラー型光変調装置200として用いられたDMDは、図7に示すように、光照射面202に平行なxy平面に投影された照明光IRの光路がx軸（水平軸h）に対して右斜め下約45度の方向を向くように設定され、かつ、照明光IRの光路を含み光照射面202に垂直な面内において、照明光IRの光照射面202への入射角が約20度であるという制約を有している場合を例に説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、照明光IRの光路がx軸に対して右斜め下約45度よりも大きな傾き、あるいは小さな傾きを有する方向を向くように設定される制約を有する場合であってもよい。また、照明光IRの光路を含み光照射面に垂直な面内において、照明光IRの光照射面への入射角が約20度より小さい、あるいは大きいという制約を有する場合であってもよい。この場合において、照明光学系には、射出面の輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺

形である光学要素（上記実施例においては、第1のレンズアレイ150あるいは透光性ロッド180）を備え、この四辺形は、光学要素から射出された照明光が光照射面に所定の角度で斜めに入射する場合に、照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、第1と第2の対角線の長さの比よりも1に近くなるように設定されていけばよい。

【0110】また、上記実施例では、マイクロミラー型光変調装置を用いた投写型表示装置を例に説明しているが、これに限定されるものではなく、各画素に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて制御することにより、画像を表す画像光を射出する種々の光変調装置を用いた投写型表示装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図2】カラーホイール130を光源部110側から見た正面図である。

【図3】第1のレンズアレイ150Dの光の入射面側から見た正面図と、上面図と、側面図である。

【図4】第2のレンズアレイ160Dの変形例を示す正面図である。

【図5】本発明の第2実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図6】第1のレンズアレイ150の光の入射面側から見た正面図と、上面図と、側面図である。

【図7】マイクロミラー型光変調装置200の例であるDMDについて示す説明図である。

【図8】光照射面202上に照射された照明光について示す説明図である。

【図9】本発明の第3実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図10】本発明の第4実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図11】透光性ロッド180の外観を示す斜視図である。

【図12】本発明の第5実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図13】マイクロミラー型光変調装置を用いた従来の投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【符号の説明】

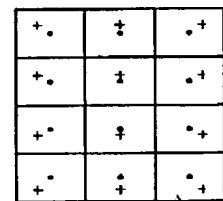
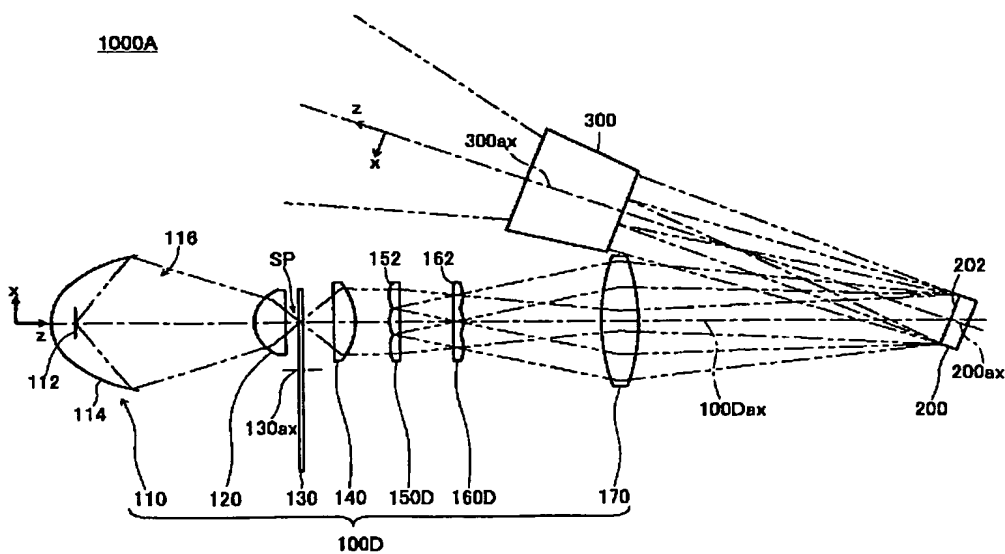
100…照明光学系
100A…照明光学系
100B…照明光学系
100C…照明光学系
100D…照明光学系
100E…照明光学系
110…光源部
110A…光源部

112…光源ランプ
 114…凹面鏡（楕円面凹面鏡）
 114A…凹面鏡（放物面凹面鏡）
 116…開口部
 120…コンデンサーレンズ
 120A…コンデンサーレンズ
 130…カラーホイール
 130R, 130G, 130B…色フィルタ
 140…コンデンサーレンズ
 150…第1のレンズアレイ
 150A…第1のレンズアレイ
 150D…第1のレンズアレイ
 152…第1の小レンズ
 152CR1…レンズ対角線
 152CR2…レンズ対角線
 152A…第1の小レンズ
 152D…第1の小レンズ
 160…第2のレンズアレイ
 160A…第2のレンズアレイ
 160D…第2のレンズアレイ
 162…第2の小レンズ
 162A…第2の小レンズ
 162D…第2の小レンズ
 170…重畳レンズ
 180…透光性ロッド
 180CR1…ロッド対角線

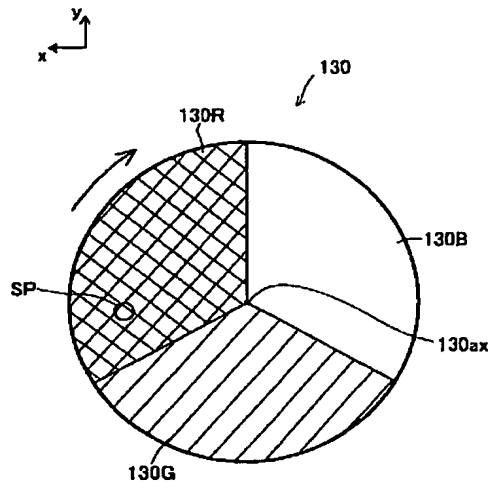
180CR2…ロッド対角線
 180A…透光性ロッド
 190…コンデンサーレンズ
 200…マイクロミラー型光変調装置
 200R, 200G, 200B…マイクロミラー型光変調装置
 202…光照射面
 204…マイクロミラー
 204c…回転軸
 300…投写レンズ
 400…色光分離合成プリズム
 420, 430, 440…プリズム
 RFIL…赤色光反射膜
 BFIL…青色光反射膜
 FI…照明領域
 FI1…対角線
 FI2…対角線
 RI…照明光の断面
 RI1…断面对角線
 RI2…断面对角線
 1000…投写型表示装置
 1000A…投写型表示装置
 2000…投写型表示装置
 3000…投写型表示装置
 4000…投写型表示装置
 5000…投写型表示装置

【図1】

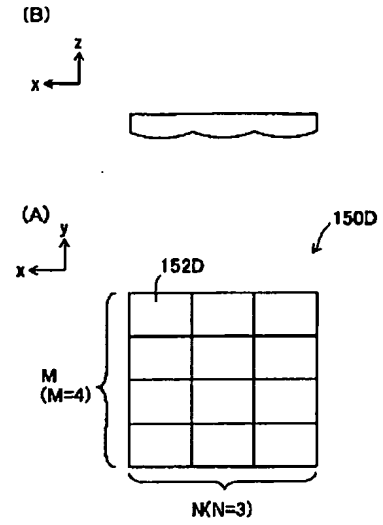
【図4】



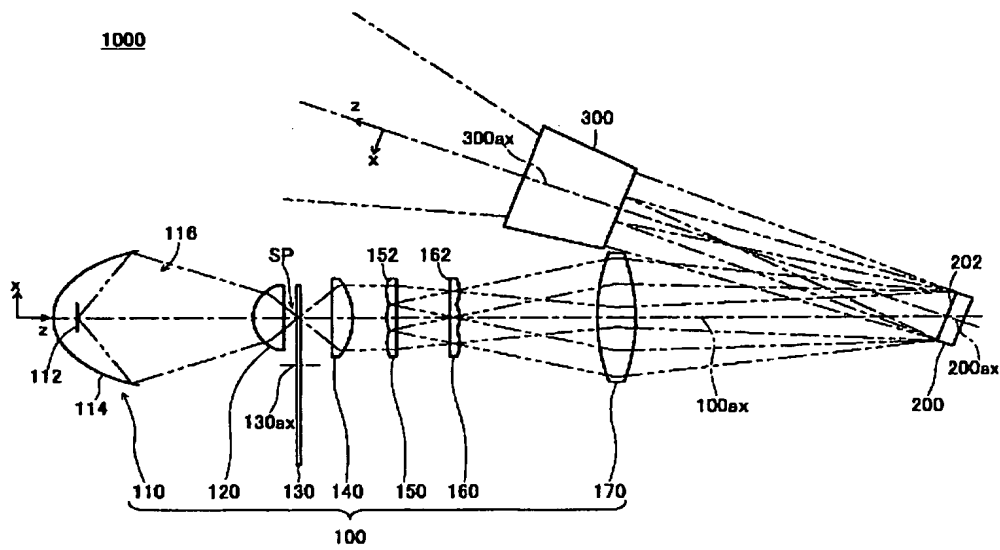
【図2】



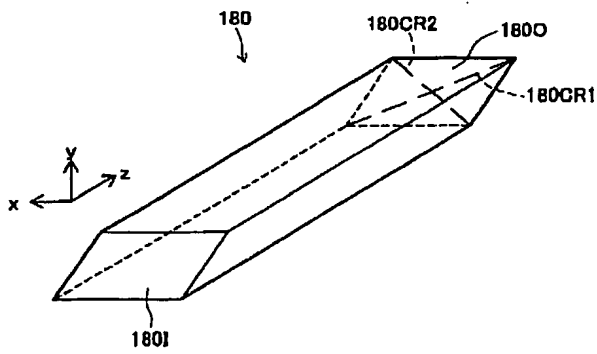
【図3】



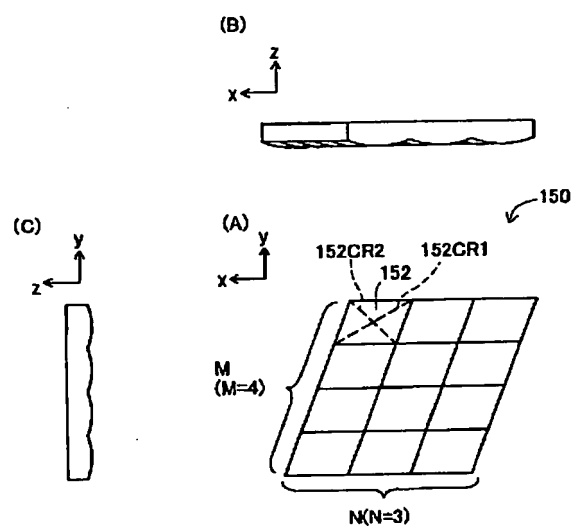
【図5】



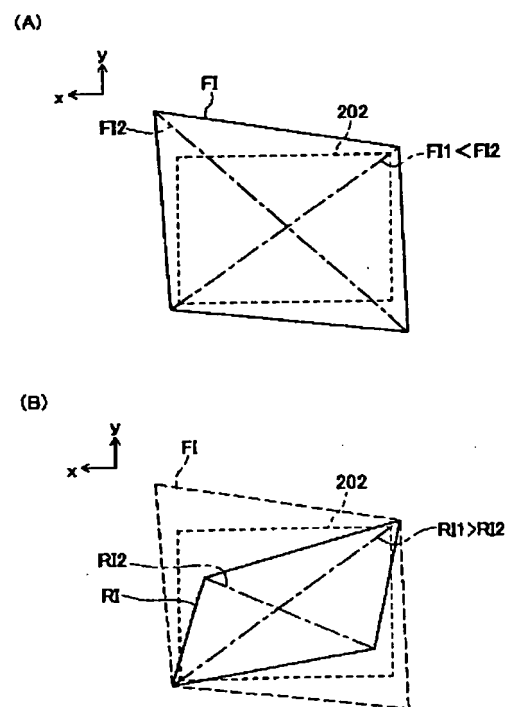
【図11】



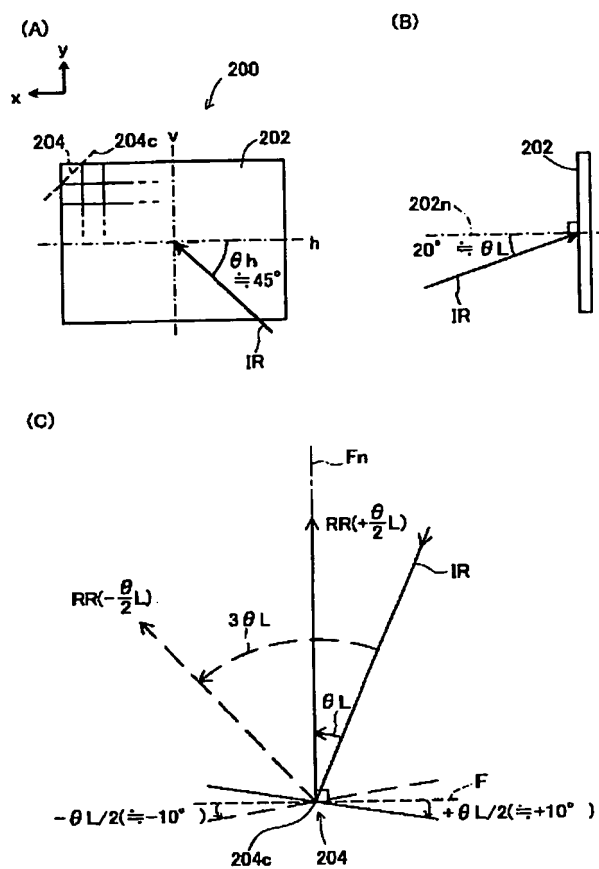
【図6】



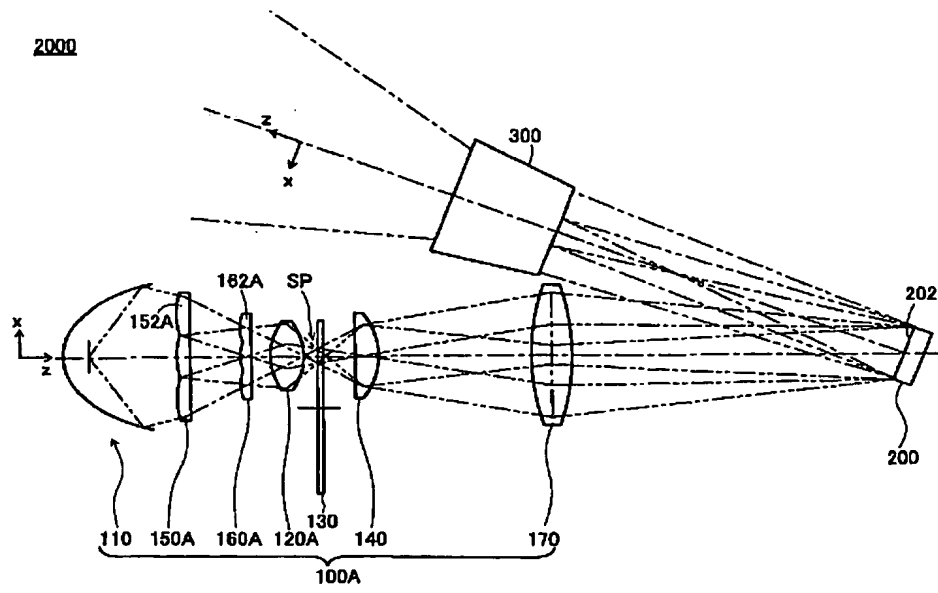
【図8】



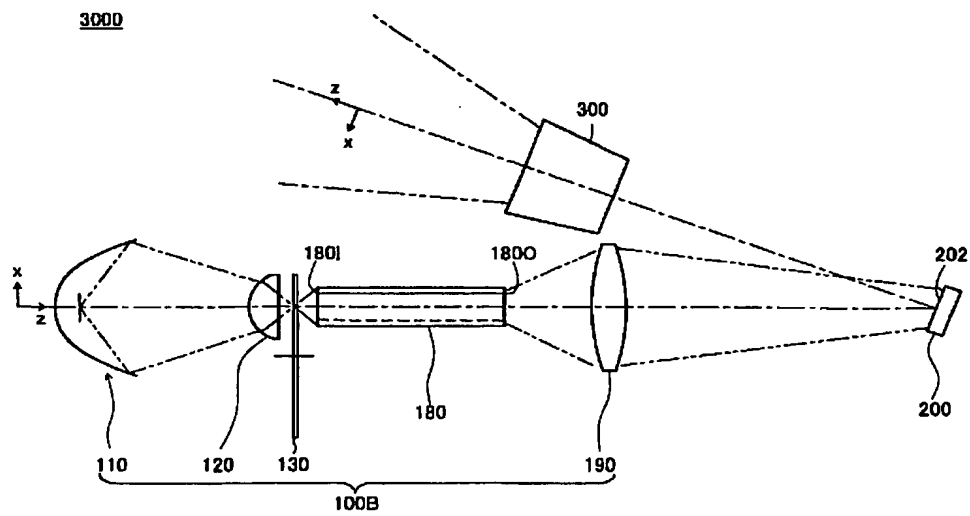
【図7】



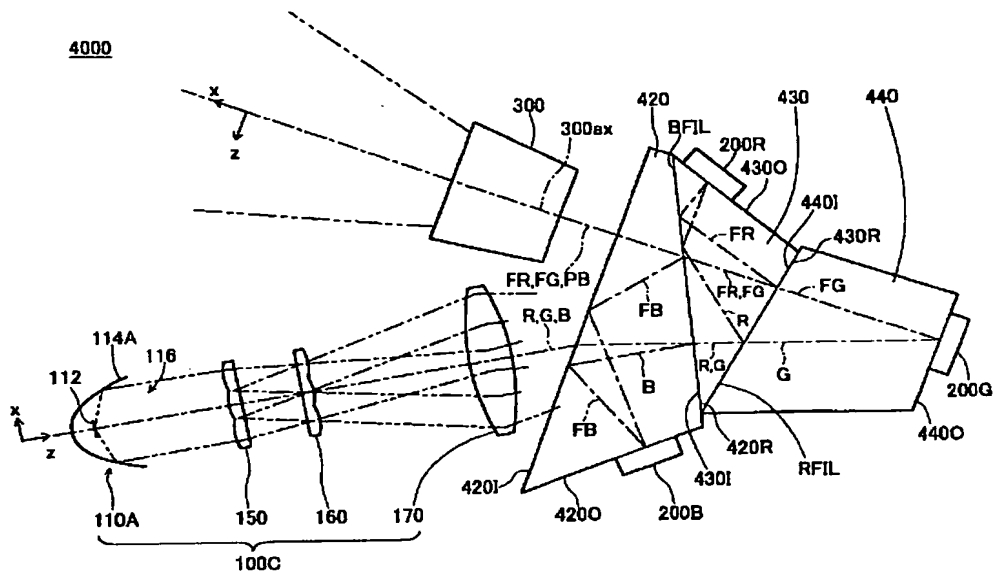
【図9】



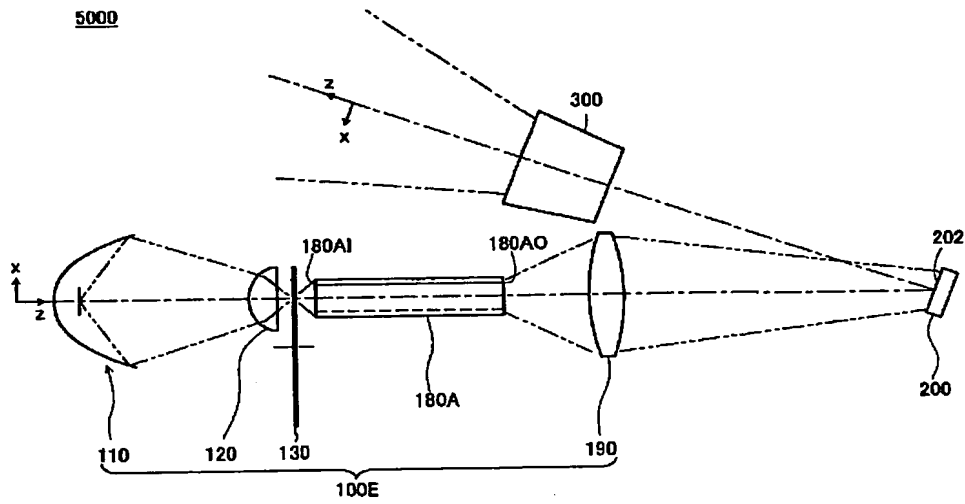
【図10】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK

THIS PAGE BLANK